

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-314999

(43)Date of publication of application : 25.10.2002

(51)Int.Cl.

H04N 7/30
H04N 1/41
H04N 5/243
H04N 9/07

(21)Application number : 2001-113618

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 12.04.2001

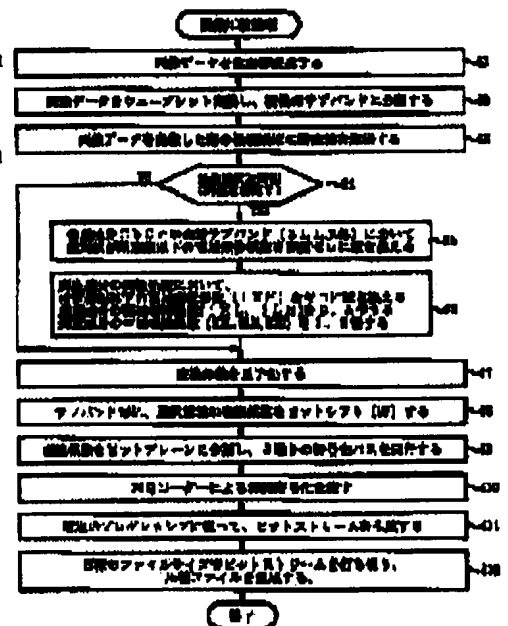
(72)Inventor : KUNIBA HIDEYASU

(54) IMAGE COMPRESSOR, IMAGE COMPRESSING PROGRAM AND ELECTRONIC CAMERA

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To appropriately compress image data utilizing the imaging conditions at the time of imaging the image data.

SOLUTION: The image compressor comprises a converting section for determining a conversion coefficient by dividing the frequency of image data, a coefficient adjusting section for altering the value of the conversion coefficient based on the imaging conditions, e.g. imaging sensitivity, and a section for encoding the conversion coefficient processed at the coefficient adjusting section. The value of the conversion coefficient can thereby be adjusted while dealing with the noise quantity or the spatial frequency spectrum having a predetermined correlation with the imaging conditions. Consequently, the information of conversion coefficient adaptable to the imaging conditions can be distributed and deterioration of quality at the time of image compression causing a problem in the image data of unique imaging conditions can be improved.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-314999
(P2002-314999A)

(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002.10.25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	チーゴート* (参考)
H 0 4 N	7/30	H 0 4 N 1/41	B 5 C 0 2 2
	1/41	5/243	5 C 0 5 9
	5/243	9/07	C 5 C 0 6 5
	9/07	7/133	Z 5 C 0 7 8

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-113618(P2001-113618)

(22) 出願日 平成13年4月12日 (2001.4.12)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 国場 英康

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

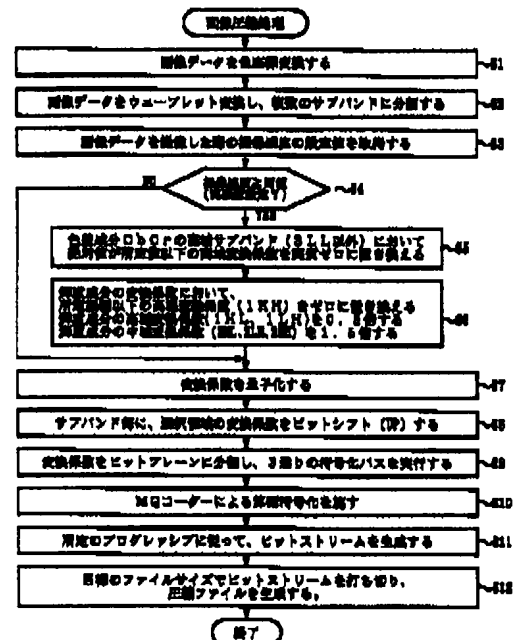
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像圧縮装置、画像圧縮プログラムおよび電子カメラ

(57) 【要約】

【課題】 画像データを撮像した際の撮像条件を利用して、画像データを適切に画像圧縮することを目的とする。

【解決手段】 画像圧縮装置は、画像データを周波数分解して変換係数を求める変換部と、撮像感度などの撮像条件に基づいて変換係数の値を変更する係数調整部と、係数調整部により処理された変換係数を符号化する符号化部とを備える。したがって、撮像条件と一定の相関を持つノイズ量や空間周波数スペクトルなどに対処して、変換係数の値を調整操作することが可能になる。その結果、撮像条件に適応した変換係数の情報配分が可能になり、特異な撮像条件の画像データにおいて問題となる画像圧縮時の画質劣化を改善することが可能になる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の撮像条件で撮像された画像データを周波数分解して変換係数を求める変換部と、前記撮像条件の情報に応じて、前記変換係数の値を変更する係数調整部と、前記係数調整部により処理された前記変換係数を符号化する符号化部とを備えたことを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の画像圧縮装置において、前記係数調整部は、前記撮像条件の情報に基づき前記画像データの S/N が劣化すると判断すると、色差成分の高域変換係数を低減することを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の画像圧縮装置において、前記係数調整部は、前記撮像条件の情報に基づき前記画像データの S/N が劣化すると判断すると、輝度成分の高域変換係数を低減することを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項 4】 請求項 2 または請求項 3 に記載の画像圧縮装置において、前記係数調整部は、前記撮像条件の情報に基づき前記画像データの S/N が劣化すると判断すると、前記高域変換係数よりも低域側の、変換係数を増加させることを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項 5】 請求項 2 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の画像圧縮装置において、前記係数調整部は、エッジ部分に該当する帯域の変換係数に応じて、前記高域変換係数の低減量を調整することを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項 6】 請求項 2 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の画像圧縮装置において、前記係数調整部は、所定振幅以下の前記高域変換係数を実質ゼロに置き換えることにより、前記高域変換係数の低減を実行することを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項 7】 請求項 2 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の画像圧縮装置において、前記係数調整部は、前記高域変換係数の量子化ステップ幅を増加させることにより、前記高域変換係数の低減を実行することを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項 8】 請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の画像圧縮装置において、前記撮像条件の情報は、撮像感度、信号ゲイン、露光時間、撮像素子の温度およびガンマ補正カーブ選択の少なくとも 1 つであることを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項 9】 コンピュータを、請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか 1 項に記載の前記変換部、前記係数調整部および前記符号化部として機能させるための画像圧縮プログラム。

【請求項 10】 請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか 1 項に記載の画像圧縮装置と、被写体像を撮像して画像データを生成する撮像部とを備え、前記画像圧縮装置は、前記撮像部の撮像条件の情報を取得し、取得した前記撮像条件の情報に応じて前記画像データを画像圧縮することを特徴とする電子カメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像データを画像圧縮する画像圧縮装置に関する。本発明は、コンピュータを画像圧縮装置として機能させるための画像圧縮プログラムに関する。本発明は、上記画像圧縮装置を搭載した電子カメラに関する。

【0002】特に、本発明は、画像データの撮像条件（電子カメラの撮像動作に関する設定条件または撮影環境の条件）を有効利用して、画像データを適正に画像圧縮する技術に関する。なお、ここでの撮像条件には、圧縮サイズのような画像圧縮の条件（いわゆるスーパーファインモード、ファインモード、ノーマルモードなど）や、画像データの状態（画像信号の空間周波数スペクトルなど）は一切含まれない。

【0003】

【従来の技術】1999年12月、JPEG2000の画像圧縮アルゴリズムの委員会案（CD:Committee Draft）が作成され、核となる主要な技術内容が凍結された。以下、このJPEG2000の画像圧縮処理について概略説明する。

【0004】①色座標変換

入力画像は、必要に応じて色座標変換が施される。

【0005】②タイル分割

入力画像は、必要に応じて複数の矩形領域（以下『タイル画像』という）に分割される。各タイル画像には、以降の符号化処理が独立に施される。

【0006】③ウェーブレット変換

タイル画像は、縦横2方向に離散ウェーブレット変換が施され、複数のサブバンド（1LL, 1LH, 1HL, 1HH）に周波数分解される。この内、直流成分を含む1LLには、更に離散ウェーブレット変換が施され、複数のサブバンド（2LL, 2LH, 2HL, 2HH）に周波数分解される。このような離散ウェーブレット変換を再帰的に繰り返すことにより、画像データは、図9に示すようなサブバンドに分解される。

【0007】④量子化

ウェーブレット変換係数は、サブバンドごとに定められた量子化ステップ幅により量子化される。なお、ロッシ

一／ロスレスの統一処理においては、量子化ステップが「1」に設定される。この場合、ロッシェー圧縮では、後工程において下位Nビットプレーンの廃棄が行われる。この廃棄処理は、量子化ステップ「2のN乗」と等価な処理となる。

【0008】⑤ビットモデリング

量子化後のウェーブレット変換係数を各サブバンド内で固定サイズ（例えば 64×64 ）の符号化ブロックに分割する。各符号化ブロック内の変換係数は、サインビットと絶対値に分けられた後、絶対値は、自然2進数のビットプレーンに振り分けられる。このように構築されたビットプレーンは、上位ビットプレーンから順に、3通りの符号化パス（Significance pass, Refinement pass, Cleanup pass）を通して符号化される。なお、サインビットについては、対応する絶対値の最上位ビットがビットプレーンに現れた直後に符号化が行われる。

【0009】⑥ROI（Region Of Interest）符号化
タイル画像上の選択領域に優先的に情報量を割り当て、選択領域の復号化画質を高める機能である。具体的には、選択領域に位置する量子化後の変換係数をSビットだけシフトアップする。その結果、選択領域は、上位のビットプレーンにシフトされ、非選択領域のどのビットよりも優先的に符号化がなされる。なお、マックスシフト法では、ビットシフト数Sを非選択領域の最上位ビットの桁数よりも大きく設定する。そのため、選択領域の非ゼロの変換係数は、必ず「2のS乗」以上の値をとる。そこで、復号化時は、「2のS乗」以上の量子化値を選択的にシフトダウンすることにより、選択領域の変換係数を容易に復元することができる。

【0010】⑦算術符号化

符号化データには、さらにMQコーダーによる算術符号化が施される。

【0011】⑧ビットストリーム形成

各タイル画像の符号化データを所定順（SNRプログレスなど）にまとめ、ビットストリームを形成する。

【0012】以上のような符号化手順により、JPEG 2000の圧縮画像ファイルが生成される。なお、最新のJPEG 2000については、JPEG委員会によってインターネット公開された最終委員会案（<http://www.jpeg.org/fcd15444-1.zip>）を参照することによって、より正確に知ることができる。さらに、2001年3月に予定される国際規格の承認後においては、ISOやITU-Tその他の規格組織を通して、より詳細かつ正確な国際規格を知ることができる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】一般に、画像データは、電子カメラにおける撮像時の設定や、撮影環境の違いによって、空間周波数分布やノイズ量などが鋭敏に変化する。しかしながら、従来の画像圧縮処理では、撮像条件の異なる画像データに対しても、一律に同じ画像圧

縮処理が施されていた。そのため、通常と異なる撮像条件の元で撮像された画像データについては、通常とは異なるノイズ量に応じて各サブバンドの変換係数に効果的情報を配分することが難しく、画像圧縮処理に伴う画質劣化が大きくなりやすかった。

【0014】また、通常と異なる撮像条件の元で撮像された画像データは、もともとノイズが目立ちやすいなど、画質上の不具合も生じやすかった。そこで、本発明では、画像データを撮像した際の条件の情報を、画像圧縮時に有効利用することにより、適切な画像圧縮を実現することを目的とする。上述した課題を解決するため、本発明は下記のように構成される。

【0015】

【課題を解決するための手段】《請求項1》請求項1に記載の画像圧縮装置は、所定の撮像条件で撮像された画像データを周波数分解して変換係数を求める変換部と、撮像条件の情報に応じて、変換係数の値を変更する係数調整部と、係数調整部により処理された変換係数を符号化する符号化部とを備える。

【0016】《請求項2》請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の画像圧縮装置において、係数調整部が、撮像条件の情報に基づいて、画像データのS/N劣化を判断すると、色差成分の高域変換係数（ノイズ帯域に該当する高域側の変換係数）を低減する。

【0017】《請求項3》請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の画像圧縮装置において、係数調整部が、撮像条件の情報に基づいて、画像データのS/N劣化を判断すると、輝度成分の高域変換係数（ノイズ帯域に該当する高域側の変換係数）を低減する。

【0018】《請求項4》請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の画像圧縮装置において、係数調整部が、撮像条件の情報に基づいて画像データのS/N劣化を判断すると、高域変換係数よりも低域側の変換係数を増加させる。

【0019】《請求項5》請求項5に記載の発明は、請求項2ないし請求項4のいずれか1項に記載の画像圧縮装置において、係数調整部は、エッジ部分に該当する帯域の変換係数に応じて、高域変換係数の低減量を調整することを特徴とする。

【0020】《請求項6》請求項6に記載の発明は、請求項2ないし請求項5のいずれか1項に記載の画像圧縮装置において、係数調整部は、所定振幅以下の高域変換係数を実質ゼロに置き換えることにより、高域変換係数の低減を実行することを特徴とする。

【0021】《請求項7》請求項7に記載の発明は、請求項2ないし請求項5のいずれか1項に記載の画像圧縮装置において、係数調整部は、高域変換係数の量子化ステップ幅を増加させることにより、高域変換係数の低減を実行することを特徴とする。

【0022】《請求項8》請求項8に記載の発明は、請

請求項1ないし請求項7のいずれか1項に記載の画像圧縮装置において、撮像条件の情報は、撮像感度、信号ゲイン、露光時間、撮像素子の温度およびガンマ補正カーブ選択の少なくとも1つであることを特徴とする。

【0023】《請求項9》請求項9に記載の画像圧縮プログラムは、コンピュータを、請求項1ないし請求項8のいずれか1項に記載の変換部、係数調整部および符号化部として機能させるためのプログラムコードを含むことを特徴とする。

【0024】《請求項10》請求項10に記載の電子カメラは、請求項1ないし請求項8のいずれか1項に記載の画像圧縮装置と、被写体像を撮像して画像データを生成する撮像部とを備え、画像圧縮装置は、撮像部の撮像条件の情報を取得し、取得した撮像条件の情報に応じて画像データを画像圧縮することを特徴とする。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、図面に基いて本発明における実施の形態を説明する。

【0026】《第1の実施形態》第1の実施形態は、請求項1～4、6、8、10に係る電子カメラの実施形態である。

【0027】〔電子カメラの構成説明〕図1は、本実施形態における電子カメラ11の構成を示す図である。図1において、電子カメラ11には、撮影レンズ12が装着される。この撮影レンズ12の像空間には、撮像素子13の受光面が配置される。この撮像素子13の出力は、プリアンプ13a、AD変換部14および信号処理部15を介して処理された後、バッファメモリ16に記録される。このバッファメモリ16のデータベースには、画像処理部17および画像圧縮部18がそれぞれ接続される。

【0028】この画像圧縮部18は、下記のような構成要件①～⑦を備える。

- ①色変換部21
- ②ウェーブレット変換部22
- ③係数調整部23
- ④ビットモデリング部24
- ⑤算術符号化部25
- ⑥ビットストリーム生成部26
- ⑦ROI設定部27

【0029】このような画像圧縮部18において生成された圧縮ファイルは、記録部32に与えられる。記録部32は、この圧縮ファイルを、メモリカード33に記録保存する。さらに、電子カメラ11の筐体には、リリース釦やモード設定釦などからなる操作部材38が設けられる。これらの操作部材38の出力信号は、電子カメラ11内のマイクロプロセッサ39に与えられる。

【0030】このマイクロプロセッサ39は、電子カメラ11をシステム制御するためのマイクロプロセッサであり、撮像素子13、プリアンプ13a、信号処理部1

5、および画像圧縮部18などとも、信号線を介して接続される。例えば、マイクロプロセッサ39から撮像素子13に対しては、電子シャッタ制御や画像読み出し用の制御パルスが与えられる。また、撮像素子13からマイクロプロセッサ39に対しては、撮像素子13上の温度センサ（不図示）からの温度情報などが伝達される。

【0031】〔発明との対応関係〕ここで、請求項の記載事項と、上述した電子カメラ11との対応関係について説明する。なお、ここでの対応関係は、参考のために解釈を例示するものであり、本発明を徒らに限定するものではない。請求項記載の変換部は、ウェーブレット変換部22に対応する。請求項記載の係数調整部は、係数調整部23およびマイクロプロセッサ39に対応する。請求項記載の符号化部は、ビットモデリング部24、算術符号化部25およびビットストリーム生成部26に対応する。請求項記載の撮像部は、撮像素子13、プリアンプ13a、AD変換部14および信号処理部15に対応する。

【0032】〔電子カメラ11の撮像動作の概略説明〕ここでは、本発明の特徴説明に先立って、電子カメラ11の動作を概略説明する。まず、ユーザーによってリリース半押し操作が行われると、マイクロプロセッサ39は、測光部（不図示）の測光値などに基づいて公知の露出計算を行い、撮像素子13の適正な露光時間および撮像感度を決定する。

【0033】続いて、ユーザーによるリリース全押し操作が行われると、マイクロプロセッサ39は、撮像素子13から不要電荷をリセット（排出）することにより、露光動作を開始する。この状態で、予め決定された露光時間が経過すると、マイクロプロセッサ39は、撮像素子13を駆動して被写体の画像データを順次に読み出す。

【0034】このように読み出されたアナログの画像データは、プリアンプ13aに入力される。プリアンプ13aは、予め決定された撮像感度に対応した信号ゲインに従って、画像データを増幅する。プリアンプ13aは、増幅した画像データを直流クランプした後、AD変換部14に出力する。AD変換部14は、画像データをA/D変換し、デジタル信号に変換する。

【0035】信号処理部15は、デジタル化された画像データに対して、黒レベル補正およびガンマ補正を施す。なお、このとき使用されるガンマ補正カーブは、ユーザ設定や画像ヒストグラムに基づいて、マイクロプロセッサ39が選択したものである。上述のような一連の信号処理を完了した画像データは、バッファメモリ16内に一時記録される。

【0036】画像処理部17は、バッファメモリ16内の画像データに対して色補間処理を施す。画像圧縮部18は、バッファメモリ16内から、色補間処理後の画像データを読み出して、後述する画像圧縮処理を実施す

る。記録部32は、画像圧縮部18から画像圧縮後の圧縮ファイルデータを取得し、メモリカード33に記録保存する。以上の動作により、電子カメラ11の撮像動作、画像処理動作および画像記録動作が完了する。

【0037】〔画像圧縮処理の説明〕図2は、画像圧縮部18による画像圧縮処理を説明する流れ図である。以下、図2に示すステップ番号に沿って、本発明の特徴である画像圧縮処理を説明する。

【0038】ステップS1：色変換部21は、バッファメモリ16内から画像データを処理単位ごとに逐次読み出す。色変換部21は、この画像データに、色座標変換を施し、YCbCrなどの色コンポーネントに変換する。

【0039】ステップS2：ウェーブレット変換部22は、色コンポーネント単位にウェーブレット変換を実行し、図9に示すようなサブバンド成分に周波数分解する。

【0040】ステップS3：係数調整部23は、画像データを撮像した際の撮像感度を、マイクロプロセッサ39から情報取得する。

【0041】ステップS4：係数調整部23は、この撮像感度が所定の閾値（例えばISO1600相当）以上か否かを判定する。ここで、撮像感度が閾値以上の場合、係数調整部23は処理動作をステップS5に移行する。一方、撮像感度が閾値未満の場合、係数調整部23は処理動作をステップS7に移行する。

【0042】ステップS5：ここでは、画像データが高い感度設定で撮像されている。そのため、撮像素子13内で蓄積される信号電荷量が絶て少なく、画像データのS/Nが、通常の撮像条件に比べて劣化している可能性が大である。そこで、係数調整部23は、色差成分CbCrの高域サブバンド（3LLを除くサブバンド）において、絶対値が所定値以下の高域変換係数を実質ゼロに置き換える。なお、ここでの色差成分用の所定振幅は、色ノイズの改善効果と、色境界の色滲みのバランスに配慮して設定することが好ましい。

【0043】ステップS6：次に、係数調整部23は、輝度成分Yの高域サブバンド（1HH）において、所定振幅以下の高域変換係数を実質ゼロに置き換える。なお、ここでの輝度成分用の所定振幅については、トレードオフの関係にある画像ノイズの改善効果と斜め方向の鮮鋭度劣化とのバランスに配慮して設定することが好ましい。この1HHのサブバンド域は、水平垂直に非相関な空間周波数成分なので、ランダムなノイズ成分が特に集中しやすい。したがって、この1HHの成分を実質ゼロとすることにより、高いノイズ改善効果を得ることができる。一方、係数調整部23は、輝度成分Yの高域サブバンド（1HL、1LH）の高域変換係数を0.5倍する。これら1HLおよび1LHのサブバンド域は、画面の垂直もしくは水平方向に相関を有し、画像の信号

成分である可能性が高い。したがって、この1HLおよび1LHの成分をなるべく残すことにより、水平エッジや垂直エッジなどの画像構造を適切に保護することが可能になる。さらに、係数調整部23は、輝度成分Yの中域サブバンド（2HL、2LH、2HH）の変換係数を1.5倍に増強する。その結果、ノイズ除去に伴う画像データの鮮鋭感低下を補うことが可能になる。

【0044】ステップS7：係数調整部23は、必要に応じて、変換係数を量子化する。

【0045】ステップS8：ビットモデリング部24は、ROI設定部27に予め設定される選択領域のマスク画像を読み出す。ビットモデリング部24は、この選択領域のマスク画像に基づいて、サブバンド毎に変換係数が選択領域に含まれるか否かを判定する。ビットモデリング部24は、選択領域内の位置する変換係数に対して、Sビット分だけビットシフトアップを施す。なお、このSビットは、マックスシフト法に従って定められるビット数である。

【0046】ステップS9：ビットモデリング部24は、変換係数をビットプレーンに分割する。このとき、選択領域の変換係数は上位ビットプレーンに区分される。ビットモデリング部24は、最上位のビットプレーンから順に3通りの符号化パスを実行する。

【0047】ステップS10：算術符号化部25は、ビットモデリング部24から符号化データを処理単位ごとに取得する。算術符号化部25は、この符号化データに対して、2値算術符号であるMQコーダーを用いて、算術符号化を施す。

【0048】ステップS11：ビットストリーム生成部26は、符号化データをSNRプログレッシブその他の優先順位に並べ替え、ビットストリームを生成する。

【0049】ステップS12：ビットストリーム生成部26は、目標ファイルサイズに収まるように、ビットストリームを打ち切り、圧縮ファイルを生成する。上述した一連の処理により、本実施形態の特徴である画像圧縮処理が完了する。

【0050】〔第1の実施形態の効果など〕図3Aに、高い撮像感度で撮像された画像データ（以下『元画像』という）を示す。この画面左側の暗部には、マゼンダおよび緑色が斑状に混じり合ったノイズ（色班ノイズという）が多数現れている。図3Bは、この元画像をYCbCrの色コンポーネントに分解した画像である。元画像の色班ノイズは、主に色差成分CbCrに現れる。

【0051】図4Aの画像は、この色差成分CbCrの高域変換係数（3LL以外の変換係数）を全てゼロに置き換えたものである。図4Bは、この色差の低減処理の前後における画像データの変化を示す写真である。処理後の画像データ（左側）では、元画像の色班ノイズが顕著に減少している。また、人形のくちびるの口角部分に僅かな色滲みが生じている点を除いて、処理後の画像に

画質劣化は殆ど見あたらない。むしろ色班ノイズによるエッジの崩れが抑制されている分だけ、画像構造の再現性が全体的に向上して見える。

【0052】一方、図5Aの画像は、色差低減処理後の画像に対して、輝度成分Yの高域変換係数（1HL、1LH、1HH）を全てゼロに置き換えたものである。画面全体に見られた高域のザラザラ状のノイズが改善されている。しかしながら、輝度成分Yは色差成分CbCrに比べて視覚感度が高いため、図5Aの画像では、鮮鋭感の低下が顕著に見られる。

【0053】また、図5Bの画像は、輝度成分Yの非相関成分（1HH）を全てゼロに置き換え、かつ輝度成分の縦横相関成分（1HL、1LH）を0.5倍にしたものである。図5Bの画像では、信号成分を多く含む縦横相関成分を極力残しているため、鮮鋭感の低下が良好に抑制されている。

【0054】さらに、図5Cの画像は、図5Bの画像の中域成分（2LH、2HL、2HH）を1.5倍に増強する。図5Cの画像では、画像のエッジ部分が若干太く強調され、鮮鋭感が強調されている。次に、別の実施形態について説明する。

【0055】《第2の実施形態》第2の実施形態は、請求項1～3、5、6、8、10に係る電子カメラの実施形態である。なお、第2の実施形態における電子カメラの構成は、第1の実施形態（図1）と同じため、ここでの構成説明を省略する。

【0056】図6は、第2の実施形態における画像圧縮処理を説明する流れ図である。第2の実施形態における動作上の変更点は、第1の実施形態（図2）に示すS4～S6の処理を、ステップS21～S25の処理に代えた点である。以下、この変更点の動作について説明する。

【0057】ステップS21： 係数調整部23は、撮像感度が所定の閾値（例えばISO1600相当）以上か否かを判定する。ここで、撮像感度が閾値以上の場合、係数調整部23は処理動作をステップS22に移行する。一方、撮像感度が閾値未満の場合、係数調整部23は処理動作をステップS7に移行する。

【0058】ステップS22： 係数調整部23は、色差成分CbCrのエッジ部分（いわゆる色境界）に該当する帯域の変換係数（3LL以外）を2乗して、色差のエッジ成分指数（マップ情報）を求める。このエッジ成分指数が所定値以上のとき、この領域を色差のエッジ部分と見做すことができる。

【0059】ステップS23： 色差のエッジ成分指数

が所定値以下を示す画面内領域において、色差成分CbCrの高域変換係数（3LL以外）を実質ゼロに置き換える。

【0060】ステップS24： 係数調整部23は、輝度成分Yのエッジ部分に該当する帯域の変換係数（3HL、3LH、3HH、2HL、2LH、2HH）を2乗して輝度成分のエッジ成分指数（マップ情報）を求める。このエッジ成分指数が所定値以上のとき、この領域を輝度成分のエッジ部分と見做すことができる。

10 【0061】ステップS25： 輝度成分のエッジ成分指数が所定値以下を示す画面内領域において、輝度成分Yの高域変換係数（1LH、1HL、1HH）を実質ゼロに置き換える。

【0062】【第2の実施形態の効果など】上述した動作により、第2の実施形態では、エッジ部分の高域変換係数を選択的に残存させることが可能になる。その結果、エッジ部分の平滑化を防いで画像の鮮鋭感を保つことが可能になる。次に、別の実施形態について説明する。

20 【0063】《第3の実施形態》第3の実施形態は、請求項1～3、7、8、10に係る電子カメラの実施形態である。図7は、第3の実施形態における画像圧縮処理を説明する流れ図である。第3の実施形態における動作上の特徴点は、撮像感度の設定に基づいて、YCbCrの量子化ステップ幅を変更している点である（図7に示すステップS31）。

【0064】以下、撮像感度に適応した量子化ステップ幅の設定手順について具体的に説明する。まず、ウェーブレット変換係数がラプラス分布をしていると仮定する。つまり、変換係数がyの値を取る確率f(y)を、

【数1】

$$f(y) = \frac{\sigma}{2} e^{-\sigma|y|} \quad \dots [1]$$

と仮定する。

【0065】このようなウェーブレット変換係数を量子化ステップ幅Qで量子化した場合、k番目の量子化値を取る確率pkは、

【数2】

$$P_k = \int_{Q(k-1/2)}^{Q(k+1/2)} f(y) dy \quad \dots [2]$$

となる。このとき、量子化後の符号化レートR(Q)は、エントロピーに等しくなるので、

【数3】

$$R(Q) = -\sum_k^{11} p_k \log p_k$$

$$= -\log(1 - e^{-\alpha Q/2}) + e^{-\alpha Q/2} \log \frac{2}{1 + e^{\alpha Q/2}} + \frac{\alpha Q}{2 \sinh \frac{\alpha Q}{2}} \cdots [3]$$

となる。

【0066】一方、量子化歪み $D(Q)$ を、2乗誤差として見積もると、

【数4】

$$D(Q) = \sum_y \int_{Q(y-1/2)}^{Q(y+1/2)} (y-kQ)^2 f(y) dy$$

$$= \frac{2}{\alpha^2} + \frac{Q}{\alpha} e^{\alpha Q/2} + \frac{2Q \cosh \frac{\alpha Q}{2}}{\alpha(1 - e^{-\alpha Q})} \cdots [4]$$

と表される。

【0067】ここで、 i 番目のサブバンドの量子化ステップ幅を Q_i とし、そのときの符号化レートを $R_i(Q_i)$ とし、量子化歪みを $D_i(Q_i)$ と表す。量子化ステップ幅 Q_i の設定に当たっては、サブバンドの符号化レートの総和を目標レートにするという拘束条件のもとで、量子化歪みが画質に与えるマイナス影響を最小化することが好ましい。そこで、ラグランジェの未定乗数 λ を用いて、次の関数 J を作成する。

【数5】

$$J = \sum_i \gamma_i D_i(R_i) + \lambda \sum_i R_i(Q_i) \cdots [5]$$

この関数 J の式中において、 γ_i は、 i 番目のサブバンドの量子化歪み D_i が画質に与えるマイナスの影響を示す値であり、歪み重み係数である。

【0068】通常の撮像条件では、この歪み重み係数 γ_i を、人間の視覚特性 (Visual Frequency Weight) に従って決定することが好ましい。一方、ノイズが目立つなどの特異な撮像条件では、量子化歪み D_i によってノイズがマスクされるので、その分だけ画質向上が期待できる。このような画質に対するプラスの影響を加味するため、 i 番目のサブバンドのノイズ量が大きくなるほど、歪み重み係数 γ_i を小さく調整することが好ましい。

【0069】このような歪み重み係数 γ_i の調整により、関数 J には、撮像感度等の撮像条件の違いが加味される。次に、この関数 J を R_i で偏微分して、関数 J の第1項が停留値となる条件式を求めると、

【数6】

$$\frac{\partial J}{\partial R_i} = \gamma_i \frac{\partial D_i}{\partial R_i} + \lambda = 0 \cdots [6]$$

となる。この式を変形することにより、

【数7】

$$\frac{\partial D_i}{\partial R_i} = \frac{\partial D_i}{\partial Q_i} \frac{\partial Q_i}{\partial R_i} = -\frac{\lambda}{\gamma_i} \cdots [7]$$

が得られる。

- 10 【0070】この【7】式に適当な λ の値を与えて解き、サブバンド毎の Q_i をそれぞれ求める。これらの Q_i に基づいて、

【数8】

$$R_\lambda = \sum_i R_i(Q_i) \cdots [8]$$

を計算し、トータルの符号化レート R_λ を求める。この符号化レート R_λ が目標符号化レートに一致するように、未定乗数 λ を微調整することにより、最終的な量子化ステップ幅 Q_i が確定する。

- 20 【0071】【第3の実施形態の効果など】以上説明したように、第3の実施形態では、撮像感度の設定に応じて量子化ステップ幅を変更する。したがって、画像 S/N の劣化する撮像条件では、量子化ステップ幅を広げることにより、ノイズ成分を適切に低減することが可能になる。特に、第3の実施形態では、撮像感度の設定に応じて歪み重み係数 γ_i を調整することにより、撮像感度毎に適正な量子化ステップ幅 Q_i を求める。したがって、信号成分の量子化歪み D_i とノイズ改善効果とを良好にバランスさせることが可能になる。

- 30 【0072】【実施形態の補足事項】なお、上述した実施形態では、撮像条件として撮像感度を使用する場合について説明した。この場合は、画像データのノイズ量の変化に敏感に対応して、適正な画像圧縮を実行できるという利点がある。しかしながら、本発明の撮像条件は、これに限定されるものではない。例えば、図8に示すように、画像 S/N と相関関係を有する撮像条件（撮像部の信号ゲイン、撮像部の露光時間、撮像素子の素子温度、ガンマ補正カーブなど）を使用してもよい。

【0073】以下、これらの撮像条件毎に説明を行う。

- 40 ○撮像感度・電子カメラ側において撮像感度が通常状態よりも高く設定されるケースでは、低照度下の撮影である可能性が高く、画像データの S/N が劣化する可能性が高い。したがって、この撮像感度の条件を使用することにより、ノイズ量の変化に適応した画像圧縮が可能となる。

○信号ゲイン・電子カメラ側において画像信号の信号ゲインが通常状態よりも高く設定されるケースでは、低照度下の撮影である可能性が高く、画像データの S/N が劣化する可能性が高い。したがって、この信号ゲインの条件を使用することにより、ノイズ量の変化に適応し

た画像圧縮が可能となる。

○露光時間・電子カメラ側において露光時間が通常状態よりも長く設定されるケースでは、低照度下の撮影である可能性が高く、画像データのS/Nが劣化する可能性が高い。したがって、この露光時間の条件を使用することにより、ノイズ量の変化に適応した画像圧縮が可能となる。

○撮像素子の温度・電子カメラ側において撮像素子の温度が通常状態よりも高くなると、画像データのS/Nが劣化する。したがって、この素子温度の条件を使用することにより、ノイズ量の変化に適応した画像圧縮が可能となる。

○ガンマ補正カーブ選択・この撮像条件では、主として画像上でのノイズの見え方などが変化する。特に、ガンマの値が大きくなるに従って、暗部のノイズが明るく浮き上がって目立つようになる。このようなノイズの変化に適応した画像圧縮が可能となる。

【0074】また、本発明は、1種類の撮像条件に限定されるものではない。例えば、複数種類の撮像条件を組み合わせて使用してもよい。このような組み合わせ条件により、より正確な画像S/Nの推定が可能になり、より適切な画像圧縮が可能になる。

【0075】なお、上述した実施形態では、電子カメラに本発明を適用する場合について説明した。この場合には、画像データの撮像条件を電子カメラから直に取得できるという構成上の利点がある。しかしながら、本発明の実施形態は電子カメラに限定されるものではない。例えば、上述した処理（例えば、図2、図6または図7）をプログラムコード化することにより、請求項9に対応する画像圧縮プログラムを作成してもよい。

【0076】

【発明の効果】《請求項1》請求項1の発明では、係数調整部が、周波数分解後の変換係数を撮像条件（撮像時のカメラ設定や撮影環境の情報）に応じて変更する。したがって、撮像条件と一定の相関を持つノイズ量や空間周波数スペクトルなどに対処して、変換係数の値を調整操作することが可能になる。その結果、撮像条件に適応した変換係数の情報配分が可能になり、通常と異なる撮像条件の画像データにおいて問題となる画像圧縮時の画質劣化を改善することが可能になる。

【0077】《請求項2》請求項2の発明では、撮像条件に基づいて、画像データのS/Nが劣化しているかを判断する。このとき、S/N劣化の可能性が高いと、色差成分の高域変換係数を低減する。（なお、ここでの高域変換係数の帯域は、ノイズ測定結果や画質の主観テストなどにより決定することが好ましい）

その結果、暗い撮影場所などの悪条件下で発生しやすい斑状の色ノイズなどを、画像圧縮時に適切に削減することが可能になる。また特に、固定長圧縮では、無効な変換係数を低減することにより、その他の変換係数に情報

量を有効に配分することが可能になる。その結果、画像圧縮時の情報配分が適正化され、画像圧縮時の画質劣化を改善することが可能になる。

【0078】《請求項3》請求項3の発明では、撮像条件に基づいてS/N劣化の可能性が高いと判断すると、輝度成分の高域変換係数を低減する。（なお、ここでの高域変換係数の帯域は、ノイズ測定結果や画質の主観テストなどにより決定することが好ましい）

その結果、伸張時にノイズが目立ちにくい画像圧縮を行うことが可能になる。また特に、固定長圧縮では、無効な変換係数を低減することにより、その他の変換係数に情報量を有効に配分することが可能になる。その結果、画像圧縮時の情報配分が適正化され、画像圧縮時の画質劣化を改善することが可能になる。

【0079】《請求項4》請求項4の発明では、高域変換係数の低減処理と併せて、その高域変換係数よりも低域側の変換係数を増加させる。したがって、細かなノイズ成分を低減しつつ、低域側の画像構造（エッジ部分など）を強調することが可能になる。その結果、低ノイズで鮮鋭感のある画像を得ることが可能になる。

【0080】《請求項5》請求項5の発明では、エッジ部分（色差の場合には色境界のこと）に該当する帯域の変換係数に応じて、高域変換係数の低減量を調整する。この場合、画像中のエッジ部分において高域変換係数を弱めに低減することにより、エッジ部分の不鮮鋭化を防いで画像の鮮鋭感を保つことが可能になる。また、ノイズが目立ちやすい大面積の平坦部では、高域変換係数が強めに低減されるので、画像全体のノイズ感を顕著に改善することが可能になる。また逆に、画像中のエッジ部分において高域変換係数を強めに低減した場合には、エッジ部分のノイズを取り除いてエッジの途切れや崩れを目立たなくすることができる。

【0081】《請求項6》請求項6の発明では、所定振幅以下の高域変換係数を実質ゼロに置き換えることにより、高域変換係数の低減を実行する。したがって、画像上の微小振幅成分であるノイズを選択的に除去することが可能になる。その結果、ノイズ除去に伴う画像構造の変容を抑えることが可能になる。

【0082】《請求項7》請求項7の発明では、高域変換係数の量子化ステップ幅を増加させることにより、高域変換係数の低減を実行する。

【0083】《請求項8》請求項8の発明では、撮像条件の情報が、撮像感度、信号ゲイン、露光時間、撮像素子の温度およびガンマ補正カーブ選択の少なくとも1つである。これらの各撮像条件は、画像S/Nとそれぞれ独自の相関関係を有する。したがって、各撮像条件の特徴を活かすことにより、様々なノイズ変化に適応した画像圧縮が可能になる。

【0084】《請求項9》請求項9の画像圧縮プログラムは、コンピュータを、請求項1～8のいずれか1項に

10

20

30

40

50

記載の変換部、係数調整部および符号化部として機能させるためのプログラムコードを含む。したがって、この画像圧縮プログラムの実行により、コンピュータ上において請求項1～8のいずれか1項に記載の画像圧縮装置を実現することが可能になる。

【0085】《請求項10》請求項10に記載の電子カメラは、請求項1～請求項8のいずれか1項に記載の画像圧縮装置を使用して、撮像した画像データの画像圧縮を行う。この場合、画像圧縮装置は、電子カメラ側から撮像条件を直に情報収集できるので、上述した各請求項10

【図面の簡単な説明】

【図1】電子カメラ11の構成を示す図である。

【図2】画像圧縮部18による画像圧縮処理を説明する流れ図である。

【図3】元画像を示すディスプレイ上の中間調画像の写真である。

【図4】色差成分の低減処理の効果をj示すディスプレイ上の中間調画像の写真である。

【図5】輝度成分の低減処理および強調処理の効果を示すディスプレイ上の中間調画像の写真である。

【図6】第2の実施形態における画像圧縮処理を説明する流れ図である。

【図7】第3の実施形態における画像圧縮処理を説明する流れ図である。

*

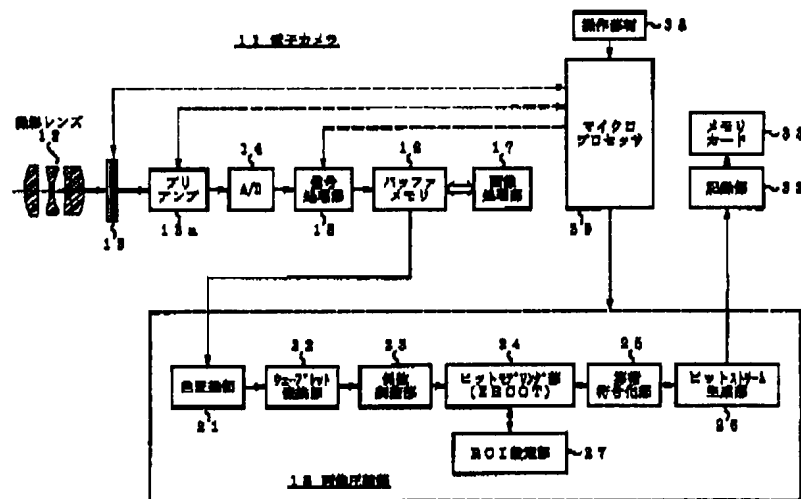
*【図8】各種の撮像条件と画像S/Nとの関係を説明する図である。

【図9】ウェーブレット変換によりサブバンド分解された画像データを説明する図である。

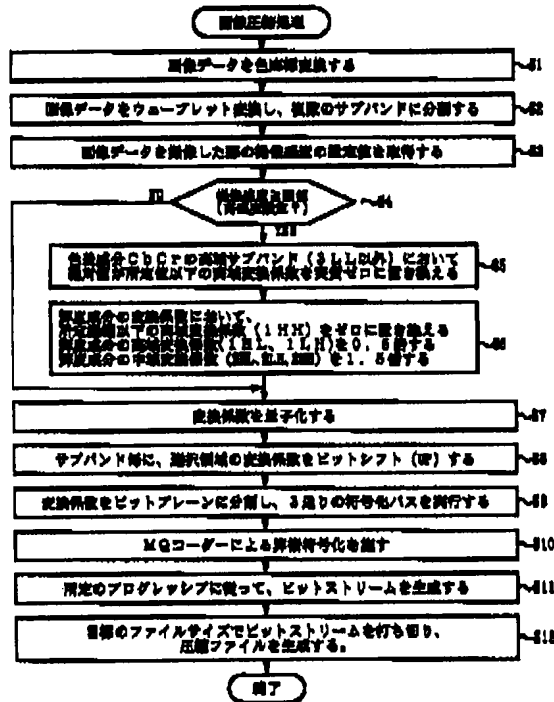
【符号の説明】

- 11 電子カメラ
- 12 撮影レンズ
- 13 撮像素子
- 13a プリアンプ
- 14 AD変換部
- 15 信号処理部
- 16 バッファメモリ
- 17 画像処理部
- 18 画像圧縮部
- 21 色変換部
- 22 ウェーブレット変換部
- 23 係数調整部
- 24 ビットモデリング部
- 25 算術符号化部
- 26 ビットストリーム生成部
- 27 ROI設定部
- 32 記録部
- 33 メモリカード
- 38 操作部材
- 39 マイクロプロセッサ

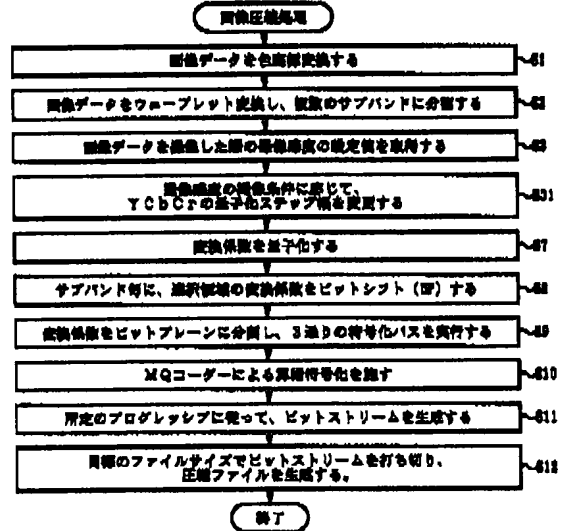
【図1】



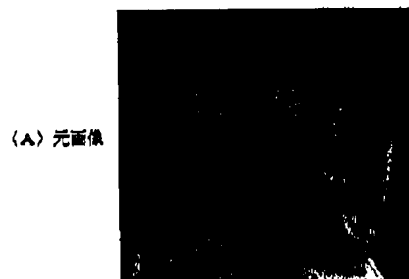
【図2】



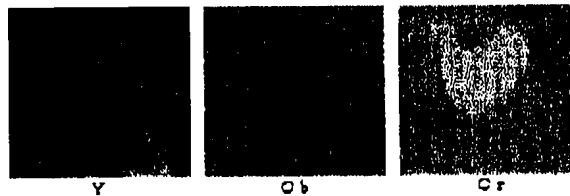
【図7】



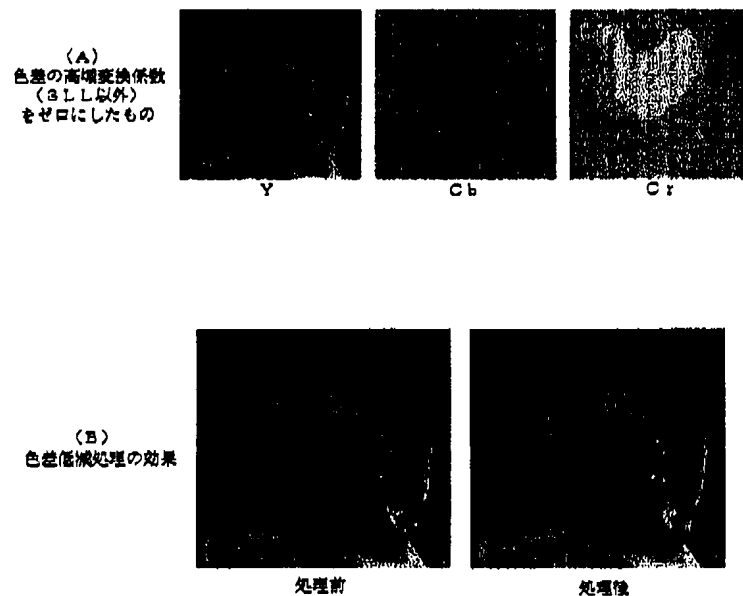
【図3】



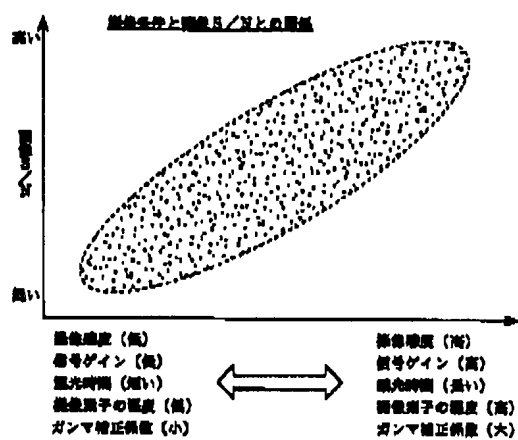
(B) 元画像の各成分



【図4】



【図8】



【図9】

ウェーブレット変換によりサブバンド分割された露光データ

3LL	3HL	2HL	1HL
3LH	3HH		
2LH		2HH	
1LH		1HH	

【図5】

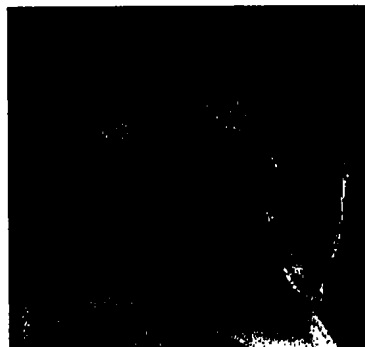
(A)
輝度成分の変換係数の変更

1 LH $\times 0$
1 HL $\times 0$
1 HH $\times 0$



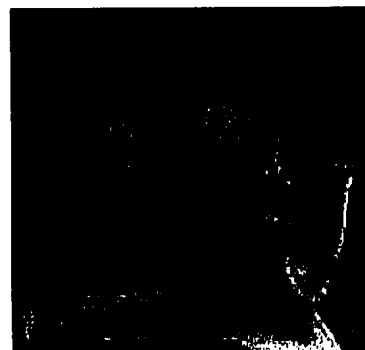
(B)
輝度成分の変換係数の変更

1 LH $\times 0.5$
1 HL $\times 0.5$
1 HH $\times 0$

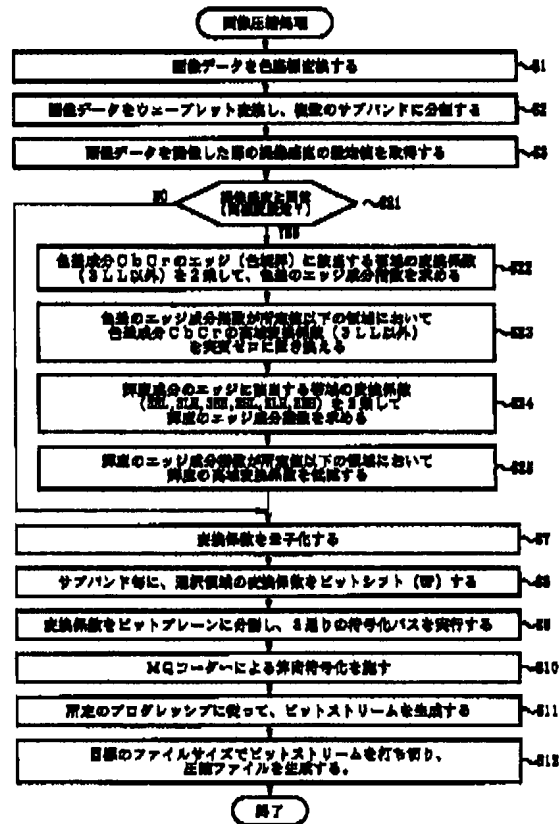


(C)
輝度成分の変換係数の変更

2 LH $\times 1.5$
2 HL $\times 1.5$
2 HH $\times 1.5$
1 LH $\times 0.5$
1 HL $\times 0.5$
1 HH $\times 0$



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C022 AA13 AB01 AB17 AC69
 5C059 XX01 MA24 MA35 MC11 MC21
 ME11 PP16 SS15 UA02 UA15
 UA39
 5C065 AA03 BB03 BB12 BB48 CC03
 CC32
 5C078 AA04 BA53 CA21